

KEBUTUHAN AIR, EFISIENSI PENGGUNAAN AIR DAN KETAHANAN KEKERINGAN KULTIVAR KEDELAI

Water Use, Water Use Efficiency and Drought Tolerance of Soybean Cultivars

Sri Suryanti¹, Didik Indradewa², Putu Sudira³, Jaka Widada⁴

¹Fakultas Pertanian, Universitas Gunung Kidul, Jl. K.H. Agus Salim No. 170, Wonosari Yogyakarta 55813

²Program Studi Ilmu Pertanian, Program Pascasarjana, Fakultas Pertanian, Universitas Gadjah Mada, Jl. Flora, Bulaksumur, Yogyakarta 55281

^{2,4}Fakultas Pertanian, Universitas Gadjah Mada, Jl. Flora, Bulaksumur, Yogyakarta 55281

³Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Gadjah Mada, Jl. Flora No. 1, Bulaksumur, Yogyakarta 55281

Email: anti_ugk@yahoo.com

ABSTRAK

Kebutuhan air dan efisiensi penggunaan air merupakan cara sederhana untuk mengetahui apakah hasil tanaman dipengaruhi oleh pasokan air. Tanaman tahan kering mengalami penurunan hasil lebih rendah ketika terjadi cekaman kekeringan. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kebutuhan air tanaman, efisiensi penggunaan air dan variasi ketahanan kultivar kedelai terhadap cekaman kekeringan. Rancangan percobaan yang digunakan adalah rancangan acak lengkap (RAL) faktorial 18 x 4 dengan tiga ulangan. Penelitian dilaksanakan pada bulan Mei sampai Oktober 2012 di Kebun Tridharma Fakultas Pertanian Universitas Gadjah Mada dengan ketinggian tempat 110 m dpl. Faktor pertama adalah kultivar kedelai terdiri atas 18 kultivar dan faktor kedua adalah interval penyiraman terdiri atas 4 taraf yaitu penyiraman 1 hari, 2 hari, 4 hari dan 8 hari sekali sampai kapasitas lapangan. Pengamatan kebutuhan air dilakukan mulai umur 15 hari sampai 56 hari setelah tanam dan efisiensi penggunaan air dilakukan pada umur 56 hari setelah tanam. Perhitungan indeks cekaman dan indeks sensitivitas cekaman dilakukan pada umur 84 hari setelah tanam. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kultivar Grobogan dan Galunggung tahan terhadap cekaman kekeringan dengan kebutuhan air antara 4,87 sampai 4,98 mm dan efisiensi penggunaan air 5,16 gram/mm. Kultivar Burangrang, Kaba, Argomulyo, Panderman, Ijen, Baluran, Petek, dan Malabar merupakan kultivar yang agak tahan terhadap cekaman kekeringan dengan kebutuhan air antara 3,98 sampai 6,14 mm dan efisiensi penggunaan air antara 3,69 sampai 5,51 gram/mm. Kultivar Sibayak, Tanggamus, Anjasmoro, Wilis, Garut, Gepak Kuning, Sinabung, dan Seulawah merupakan kultivar yang tidak tahan terhadap cekaman kekeringan dengan kebutuhan air antara 5,37 sampai 5,95 mm dan efisiensi penggunaan air antara 3,49 sampai 5,60 gram/mm.

Kata kunci: Kebutuhan air, efisiensi penggunaan air, ketahanan kekeringan, kultivar kedelai

ABSTRACT

Water use (WU) and water use efficiency (WUE) provides a simple methods of assessing whether yield is affected by water supply. Drought tolerance cultivars havestable yield under drought. The objective of this study was to asses water use, water use efficiency, and drought tolerance of soybean cultivars. The 18 x 4 factorial experiment was set in a completely randomized design with three replications during May to October 2012 at the Tridharma Research Station Faculty of Agriculture, Gadjah Mada University at altitute 110 m dpl. Eighteen soybean cultivars were assigned as the first factor and four level watering intervals i.e. 1days, 2 days, 4 days and 8 days until field capacity were assigned as the second factor. Data were recorded for water use at 15 days until 56 days after planting andwater use efficiency at 56 days after planting. Data for stress index andstress susceptibility index were calculated at 84 days after planting. Results indicated that Grobogan and Galunggung were identified as drought tolerance cultivars with water use values ranged from 4.87 to 4.98 mm and water use efficiency value 5.16 gram/mm. Burangrang, Kaba, Argomulyo, Panderman, Baluran, Ijen, Petek, Malabar were identified as medium drought tolerance cultivars with water use values ranged from 3.98 to 6.14 mm and water use efficiency values ranged from 3.69 to 5.51 gram/mm. Sibayak, Tanggamus, Anjasmoro,

Wilis, Garut, Gepak, Sinabung, and Seulawah were identified as sensitive cultivars with water use values ranged from 5.37 to 5.95 mm and water use efficiency values ranged from 3.49 to 5.60 gram/mm.

Keywords: Water use, water use efficiency, drought tolerance, soybean cultivars

PENDAHULUAN

Kedelai (*Glycine max* (L.) Merr) merupakan sumber protein dan minyak yang penting. Peluang peningkatan produksi kedelai di dalam negeri masih terbuka lebar, baik melalui peningkatan produktivitas maupun perluasan areal tanam. Saat ini, rata-rata produktivitas nasional kedelai baru 1,4 ton/ha dengan kisaran 0,6-2,0 ton/ha di tingkat petani, sedangkan di tingkat penelitian telah mencapai 1,7-3,2 ton/ha, tergantung pada kondisi lahan dan teknologi yang diterapkan. Hasil kajian produksi kedelai per kultivar berkisar antara 1,7 – 2,65 ton/ha. Data dari Badan Pusat Statistik (2014) menunjukkan bahwa pada tahun 2012 luas panen kedelai nasional 567.624 ha, produktivitas 1,85 ton/ha dan produksi 843.153 ton. Data tahun 2013 terjadi penurunan luas panen kedelai menjadi 550.797 ha, produktivitas 1,46 ton/ha dan produksi kedelai 780.163 ton. Konsumsi kedelai di Indonesia mencapai 2,5 juta ton per tahun dan dari jumlah itu sekitar 1,7 juta ton (sekitar 70 %) harus diimpor.

Hasil tanaman kedelai akan menurun secara drastis ketika tanaman mengalami cekaman kekeringan sehingga petani akan mengalami resiko kerugian yang cukup besar. Besarnya kerugian hasil kedelai akibat cekaman kekeringan dipengaruhi oleh kultivar, lamanya cekaman dan fase pertumbuhan tanaman. Cekaman kekeringan yang terjadi pada setiap fase pertumbuhan berpengaruh terhadap penurunan hasil, tetapi yang paling besar pengaruhnya pada saat periode kritis tanaman yaitu fase pembungaan, pembentukan biji dan pengisian polong. Cekaman kekeringan pada fase vegetatif menyebabkan daun dan diameter batang mengecil, tanaman menjadi pendek dan bobot kering tanaman menjadi ringan. Cekaman kekeringan pada saat proses pembentukan bunga akan mengurangi jumlah bunga yang terbentuk sehingga jumlah polong juga akan berkurang secara nyata. Di lapangan, cekaman kekeringan selama fase pengisian polong menurunkan hasil kedelai 55 % (Suyanto dan Soegiyatni, 2002). Penelitian di rumah kaca, cekaman kekeringan sebesar 40% dan 70% dari lengas tanah selama fase generatif menurunkan hasil biji masing-masing sebesar 40% dan 21% dibanding 100% lengas tanah tersedia (Suhartina dkk., 2004). Penggunaan varietas kedelai yang tahan terhadap cekaman kekeringan diperlukan untuk mencegah resiko penurunan hasil akibat kekeringan (Seversike, 2011).

Potensi hasil merupakan hasil maksimum tanaman pada saat tanaman tidak mengalami cekaman kekeringan.

Walaupun potensi hasil yang tinggi merupakan tujuan dari pemuliaan tanaman, tetapi tidak selalu tanaman dengan potensi hasil tinggi mempunyai tingkat ketahanan yang tinggi terhadap cekaman kekeringan. Potensi hasil yang tinggi bisa mengurangi resiko akibat cekaman kekeringan. Hasil tanaman pada kondisi air yang terbatas sangat dipengaruhi oleh kemampuan tanaman untuk memelihara status air tanaman tetap tinggi (*dehydration avoidance*) (Blum, 2005).

Tanaman memberikan tanggapan fisiologis dengan mengurangi kebutuhan air tanaman (*water use*) ketika tanaman mengalami cekaman kekeringan. Pengurangan kebutuhan air oleh tanaman dilakukan dengan meningkatkan efisiensi penggunaan air (Blum, 2005). Hasil penelitian pada 29 genotip *Populus deltoides* x *Populus nigra* menunjukkan bahwa kemampuan tanaman untuk meningkatkan efisiensi penggunaan air sebagai respon terhadap cekaman kekeringan diperlukan tetapi tidak cukup untuk menjelaskan keragaman ketahanan tanaman terhadap cekaman kekeringan (Monclus dkk., 2006).

Untuk mengetahui tingkat ketahanan terhadap cekaman kekeringan dihitung perbandingan hasil tanaman pada kondisi tercekam dan tidak tercekam (indeks cekaman) serta indeks sensitivitas cekaman. Fischer dan Maurer (1978) menyarankan indeks sensitivitas cekaman (ISC) untuk mengukur stabilitas hasil yang dipahami sebagai perubahan potensial hasil dan hasil aktual pada lingkungan yang berubah-ubah. Clarke dkk. (1992) menggunakan ISC untuk mengevaluasi ketahanan tanaman terhadap cekaman kekeringan dari beberapa varietas gandum dan menemukan variasi nilai ISC dari tahun ke tahun untuk beberapa kultivar gandum sehingga dapat membuat pola perubahannya. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kebutuhan air tanaman, efisiensi penggunaan air dan variasi ketahanan kultivar kedelai terhadap cekaman kekeringan.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan pada bulan Mei sampai Oktober 2012 di Kebun Tridarma Fakultas Pertanian Universitas Gadjah Mada di dalam rumah kaca menggunakan pot berdiameter 20 cm dengan media tanah. Jenis tanah yang digunakan adalah regosol. Ketinggian tempat 110 m dpl.

Rancangan percobaan yang digunakan adalah rancangan acak lengkap (RAL) faktorial 18 x 4 dengan tiga ulangan. Faktor pertama adalah kultivar kedelai terdiri atas

18 kultivar, yaitu Grobogan, Burangrang, Sibayak, Kaba, Tanggamus, Anjasmoro, Argomulyo, Wilis, Panderman, Ijen, Baluran, Galunggung, Petek, Garut, Gepak Kuning, Malabar, Seulawah, Sinabung dan faktor kedua adalah interval penyiraman terdiri atas 4 taraf yaitu penyiraman 1 hari, 2 hari, 4 hari dan 8 hari sekali sampai kapasitas lapangan. Perlakuan cekaman kekeringan dilakukan saat tanaman berumur 15 hari setelah tanam. Inokulasi Rhizobium dilakukan sebelum tanam dengan dosis 3 gram legin/kg benih kedelai. Tanaman dipupuk dengan pupuk anorganik SP18 sebanyak 200 kg kg/ha, KCl 50 kg/ha, dan Urea 25 kg/ha dilakukan sebelum tanam.

Pengamatan kebutuhan air dilakukan mulai umur 15 hari sampai 56 hari setelah tanam dan efisiensi penggunaan air pada umur 56 hari setelah tanam. Umur 15 hari sampai 56 hari setelah tanam merupakan fase pertumbuhan vegetatif, fase pembungaan dan pembentukan polong tanaman kedelai. Evapotranspirasi tanaman terus meningkat sejak umur 15 hari dan mencapai maksimum pada umur 56 hari setelah tanam. Perhitungan indeks cekaman dan indeks sensitivitas cekaman dilakukan pada saat panen biji (umur 84 hari setelah tanam).

Kebutuhan Air Tanaman

Kebutuhan air tanaman dihitung sebagai jumlah evaporasi dan transpirasi (Jangpromma dkk., 2012; Songsri dkk., 2009). Besarnya kebutuhan air tanaman pada masing-masing pot dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$ET_c = ETo \times kc \dots\dots\dots (1)$$

ET_c adalah kebutuhan air tanaman (mm/tanaman); ETo adalah evapotranspirasi; kc adalah koefisien tanaman kedelai. Perhitungan koefisien tanaman dilakukan pada umur 56 hari setelah tanam. Menurut Dwidjopuspito (1986), koefisien tanaman dapat diestimasi dengan menggunakan persamaan:

$$kc = \frac{SM_c - SM_{pw}}{SM_{sat} - SM_{pw}} \dots\dots\dots (2)$$

SM_c adalah kandungan lengas tanah saat kapasitas lapang; SM_{pw} adalah kandungan lengas tanah saat titik layu permanen; SM_{sat} adalah kandungan lengas tanah saat jenuh. Dari perhitungan diperoleh nilai koefisien tanaman sebesar 0,7.

Efisiensi Penggunaan Air (EPA)

Perhitungan efisiensi penggunaan air untuk setiap perlakuan dengan menggunakan rumus yang digunakan oleh Anyia dan Herzog (2004) dan Singh dkk. (2012):

$$EPA = \frac{\text{Bobot kering tanaman (gram/tanaman)}}{\text{Kebutuhan air setiap tanaman (mm/tanaman)}} \dots\dots\dots (3)$$

Bobot kering tanaman diamati pada umur 56 hari setelah tanam dengan menggunakan metode gravimetri, yakni sampel tanaman dioven pada suhu 60 – 80 °C selama 48 jam kemudian ditimbang dengan timbangan analitik.

Ketahanan terhadap Cekaman Kekeringan

Perhitungan indikator ketahanan tanaman terhadap cekaman kekeringan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$1. \text{ Indeks cekaman} = \frac{Y_s}{Y_p} - 1 \dots\dots\dots (4)$$

$$2. \text{ Indeks sensitivitas cekaman} = \frac{1 - Y_s/Y_p}{1 - Y_{\bar{s}}/Y_{\bar{p}}} \dots\dots\dots (5)$$

Y_s adalah hasil pada kondisi tercekam; Y_p hasil pada kondisi tidak tercekam; $\bar{Y}_{\bar{s}}$ adalah rerata hasil dari semua kultivar pada kondisi tercekam; $\bar{Y}_{\bar{p}}$ adalah rerata hasil dari semua kultivar pada kondisi tidak tercekam (Fernandez, 1992). Menurut Savitri (2010), suatu kultivar dikatakan tahan terhadap cekaman kekeringan apabila mempunyai nilai ISC < 0,5 dan medium jika 0,5 < ISC < 1 dan tidak tahan jika ISC > 1.

Analisis Statistik

Data hasil pengamatan dianalisis dengan menggunakan sidik ragam dilanjutkan dengan Duncan Multiple Range Test pada taraf nyata 5 %. Untuk mengetahui hubungan antar parameter dilakukan analisis korelasi dan untuk mengelompokkan kultivar tanaman berdasarkan indeks ketahanan terhadap cekaman kekeringan dilakukan analisis cluster menggunakan metode Ward dan Euclidian dengan program SAS.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Ketahanan terhadap Cekaman Kekeringan

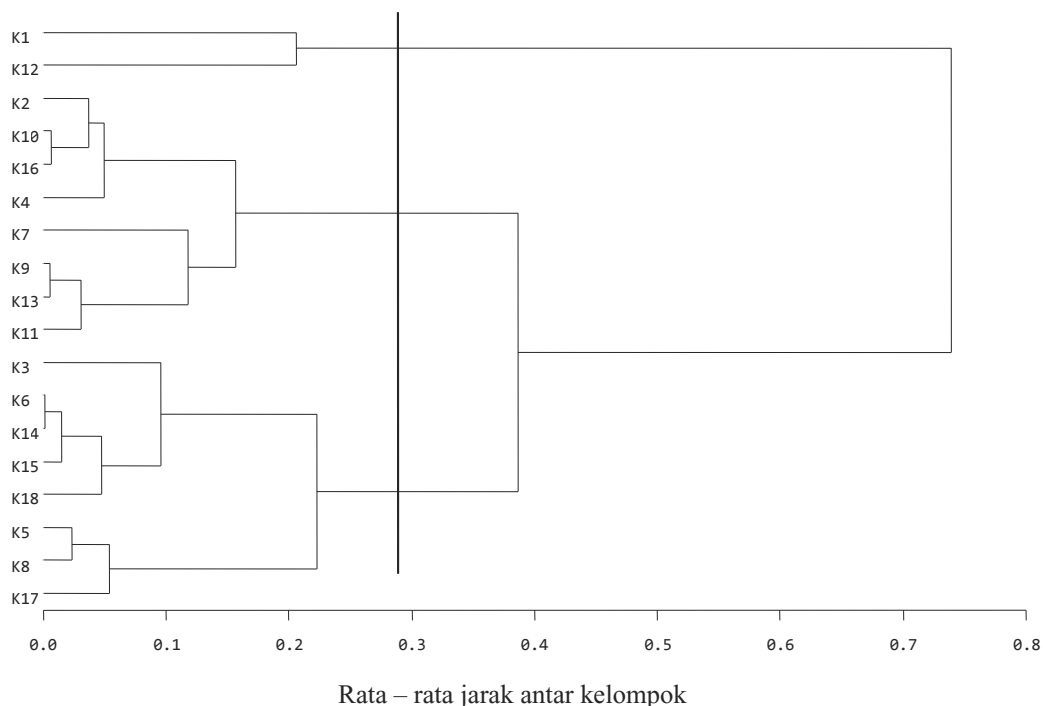
Analisis ketahanan terhadap cekaman kekeringan berdasarkan pada nilai indeks cekaman menunjukkan bahwa kultivar Grobogan dan Galunggung mempunyai indeks cekaman rendah sehingga kedua kultivar tersebut merupakan kultivar yang tahan terhadap cekaman kekeringan karena mengalami penurunan hasil rendah dengan adanya cekaman kekeringan (hasil stabil). Kultivar Kaba, Argomulyo, Panderman, Ijen, Baluran dan Petek agak tahan terhadap cekaman kekeringan karena mempunyai indeks cekaman sedang. Kultivar Sibayak, Tanggamus, Anjasmoro, Wilis, Garut, Gepak Kuning, Seulawah dan Sinabung merupakan kultivar yang tidak tahan terhadap cekaman kekeringan karena mempunyai indeks cekaman yang tinggi atau hasil yang tidak stabil (Tabel 1).

Tabel 1. Indeks cekaman dan indeks sensitivitas cekaman 18 kultivar kedelai

Cultivar	Indeks cekaman	Indeks sensitivitas cekaman
Grobogan	0,275	0,511
Burangrang	0,517	0,961
Sibayak	0,718	1,231
Kaba	0,458	0,786
Tanggamus	0,599	1,027
Anjasmoro	0,676	1,160
Argomulyo	0,391	0,670
Wilis	0,577	0,990
Panderman	0,452	0,775
Ijen	0,499	0,856
Baluran	0,425	0,729
Galunggung	0,172	0,295
Petek	0,449	0,770
Garut	0,675	1,152
Gepak Kuning	0,684	1,173
Malabar	0,494	0,847
Seulawah	0,559	0,959
Sinabung	0,651	1,127

Berdasarkan nilai indeks sensitivitas cekaman (ISC) kultivar Galunggung termasuk kultivar yang tahan (nilai ISC < 0,5); Grobogan, Burangrang, Kaba, Argomulyo, Wilis, Panderman, Ijen, Baluran, Petek, Malabar dan Seulawah

termasuk kultivar yang medium tahan ($0,5 < ISC < 1$) sedangkan kultivar Sibayak, Tanggamus, Anjasmoro, Garut, Gepak Kuning dan Sinabung merupakan kultivar yang tidak tahan terhadap cekaman kekeringan ($ISC > 1$). Hasil ini berbeda dengan penelitian yang dilakukan oleh Savitri (2010) dengan menggunakan media padat Murashige dan Skoog (MS) dan pengamatan dilakukan pada fase perkecambahan. Hasil perkecambahan digunakan untuk menghitung indeks sensitivitas kekeringan dengan tujuan untuk mengelompokkan varietas kedelai ke dalam kelompok toleran, medium dan peka kekeringan. Pada fase perkecambahan kultivar Panderman tahan terhadap cekaman kekeringan dengan nilai indeks sensitivitas kekeringan $ISC < 0,5$; kultivar Grobogan, Tanggamus, Kaba dan Argomulyo dikelompokkan ke dalam kelompok tidak tahan (peka) terhadap kekeringan dengan nilai $ISC > 1$ sedangkan kultivar Wilis mempunyai nilai indeks sensitivitas cekaman $0,5 < ISC < 1$ yang berarti bahwa kultivar ini termasuk ke dalam kelompok medium toleran. Hal ini menunjukkan bahwa pada kultivar Panderman dan Grobogan terjadi perbedaan tingkat ketahanan terhadap cekaman kekeringan pada fase perkecambahan dengan fase generatif. Kultivar Panderman tahan kering pada fase perkecambahan dan menjadi agak tahan kering pada fase generatif, sedangkan kultivar Grobogan tidak tahan kering pada fase perkecambahan tetapi menjadi tahan kering pada fase generatif.



Gambar 1. Dendrogram analisis cluster 18 kultivar kedelai berdasarkan indeks cekaman dan indeks sensitivitas cekaman. Nama kultivar: 1. Grobogan, 2. Burangrang, 3. Sibayak, 4. Kaba, 5. Tanggamus, 6. Anjasmoro, 7. Argomulyo, 8. Wilis, 9. Panderman, 10. Ijen, 11. Baluran, 12. Galunggung, 13. Petek, 14. Garut, 15. Gepak Kuning, 16. Malabar, 17. Seulawah, 18. Sinabung

Berdasarkan nilai indeks cekaman dan indeks sensitivitas cekaman dilakukan pengelompokan dengan menggunakan analisis cluster. Hasil pengelompokan menempatkan kultivar Grobogan dan Galunggung ke dalam satu kelompok, yaitu kelompok tahan. Kultivar Burangrang, Kaba, Argomulyo, Panderman, Ijen, Baluran, Petek, Malabar merupakan kultivar agak tahan. Kultivar Sibayak, Tanggamus, Anjasmoro, Wilis, Garut, Gepak Kuning, Seulawah dan Sinabung merupakan kultivar tidak tahan terhadap cekaman kekeringan (Gambar 1).

Kebutuhan Air Tanaman

Kebutuhan air untuk setiap kultivar kedelai berbeda-beda (Tabel 2). Kultivar Grobogan dan Galunggung merupakan kultivar yang tahan terhadap cekaman kekeringan dan mempunyai kebutuhan air yang rendah. Penyiraman 2 hari sekali mengakibatkan kebutuhan air kedua kultivar tersebut meningkat, dan mulai menurun pada penyiraman 4 hari sekali.

Tabel 2. Kebutuhan air tanaman (mm)18 kultivar kedelai pada 4 interval penyiraman

Kultivar	Interval penyiraman (hari)				Rerata
	1	2	4	8	
Grobogan	5,47 k-o	6,69 f-k	4,13 o-t	3,20 q-t	4,87
Galunggung	5,71 j-n	6,40 h-l	4,25 n-t	3,58 q-t	4,98
Burangrang	8,68 a-e	6,86 f-k	4,22 n-t	3,13 q-t	5,72
Kaba	9,69 a	7,02 f-j	4,64 m-q	3,21 q-t	6,14
Argomulyo	6,87 f-k	6,99 f-j	4,63 m-q	3,14 q-t	5,41
Panderman	8,21 b-f	7,46 c-i	4,49 n-s	3,58 q-t	5,93
Ijen	7,23 e-i	6,70 f-k	4,49 n-t	2,90 t	5,33
Baluran	5,60 i-j	6,91 f-k	4,31 n-t	2,83 t	5,01
Petek	4,23 n-t	5,13 l-p	3,70 p-t	2,84 t	3,98
Malabar	9,12 ab	6,85 f-k	4,04 o-t	3,15 q-t	5,78
Sibayak	7,87 b-h	7,53 c-i	4,33 n-t	3,23 q-t	5,74
Tanggamus	8,61 a-e	7,19 f-j	4,08 o-t	3,03r-t	5,74
Anjasmoro	8,89 a-c	6,53 g-l	4,24 n-s	3,39 q-t	5,76
Wilis	8,75 a-d	7,41 d-i	4,61 m-q	3,03 r-t	5,95
Garut	7,53 c-h	7,28 d-i	4,51 n-r	3,11 q-t	5,61
Gepak Kuning	8,04 b-g	6,84 f-k	4,61 m-q	2,96 st	5,61
Seulawah	7,35 d-h	6,69 f-k	4,30 n-t	3,16 q-t	5,37
Sinabung	6,71 f-k	6,46 h-l	4,51 n-r	2,96 st	5,16
Rerata	7,50	6,83	4,34	3,13	+

Keterangan: Angka-angka di dalam baris dan kolom yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak ada perbedaan nyata berdasarkan uji DMRT pada taraf 5 %.

Tanda (+) artinya ada interaksi antar faktor

Kultivar Burangrang, Kaba, Argomulyo, Panderman, Ijen, Baluran, Petek dan Malabar merupakan kultivar yang agak tahan terhadap cekaman kekeringan. Penyiraman 2 hari

sekali mengakibatkan kebutuhan air kultivar Burangrang, Kaba dan Malabar mulai menurun, sedangkan kultivar Argomulyo, Panderman, Ijen dan Baluran kebutuhan air mulai menurun pada penyiraman 4 hari sekali. Penyiraman 2 hari sekali mengakibatkan kebutuhan air kultivar Argomulyo dan Petek meningkat. Kultivar Sibayak, Tanggamus, Anjasmoro, Wilis, Garut, Gepak Kuning, Seulawah dan Sinabung merupakan kultivar yang tidak tahan terhadap cekaman kekeringan. Penyiraman 2 hari sekali mengakibatkan kebutuhan air kedelapan kultivar tersebut mulai menurun. Penyiraman 8 hari sekali secara nyata menurunkan kebutuhan air 18 kultivar kedelai yang diuji. Pengurangan kebutuhan air merupakan salah satu mekanisme tanaman untuk menjadi tahan terhadap cekaman kekeringan (Blum, 2005; Zhou dkk., 2012).

Efisiensi Penggunaan Air

Pengaruh peningkatan interval penyiraman terhadap efisiensi penggunaan air dapat dilihat pada Tabel 3.

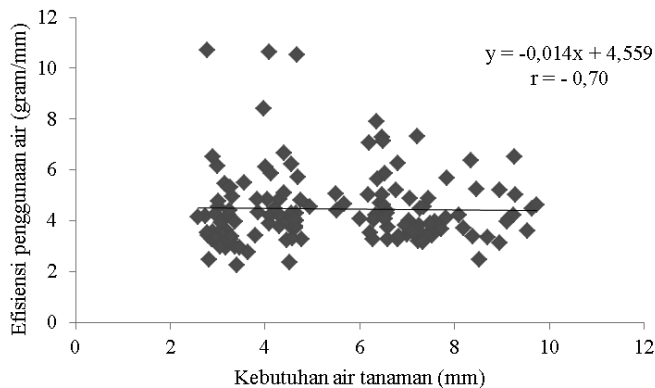
Tabel 3. Efisiensi penggunaan air (gram/mm) 18 kultivar kedelai pada 4 interval penyiraman

Kultivar	Interval penyiraman (hari)				Rerata
	1	2	4	8	
Grobogan	6,89	4,56	4,85	4,22	5,16 a-c
Galunggung	5,92	5,60	5,70	3,68	5,16 a-c
Burangrang	4,63	4,60	4,83	3,28	4,33 b-d
Kaba	4,55	3,72	4,37	4,37	4,25 b-d
Argomulyo	3,48	3,59	3,72	3,98	3,69 cd
Panderman	3,52	3,56	2,80	5,68	3,89 b-d
Ijen	4,67	3,27	4,24	3,89	4,02 b-d
Baluran	4,73	3,97	10,64	4,04	5,16 a-c
Petek	7,69	4,17	5,17	5,02	5,51 ab
Malabar	5,12	5,19	6,13	4,09	4,96 a-d
Sibayak	3,23	3,66	3,99	3,10	3,49 d
Tanggamus	3,89	4,17	4,60	3,35	4,00 b-d
Anjasmoro	3,66	4,52	4,00	3,95	3,96 b-d
Wilis	3,69	3,78	5,10	3,46	4,01 b-d
Garut	4,03	4,22	4,13	3,89	4,07 b-d
Gepak Kuning	6,40	4,45	3,54	3,81	4,55 a-d
Seulawah	7,14	3,72	4,78	4,15	4,95 a-d
Sinabung	7,19	5,77	5,37	5,32	5,60 a
Rerata	5,00 p	4,22 q	4,67 pq	4,03 q	-

Keterangan: Angka-angka di dalam baris dan kolom yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak ada perbedaan nyata berdasarkan uji DMRT pada taraf 5 %. Tanda (-) artinya tidak ada interaksi antar faktor

Peningkatan interval penyiraman secara nyata menurunkan efisiensi penggunaan air (Tabel 3). Efisiensi penggunaan air merupakan nisbah antara bobot kering tanaman dengan kebutuhan air (Anyia dan Herzog, 2004) dan menunjukkan kemampuan tanaman untuk mengubah air

tersedia menjadi bahan kering (Ali dkk., 2005). Meningkatnya interval penyiraman menyebabkan produksi bahan kering menurun sehingga efisiensi penggunaan air menurun. Hasil analisis korelasi secara nyata menunjukkan adanya korelasi negatif antara kebutuhan air tanaman dan efisiensi penggunaan air ($r = -0,70^*$). Hal ini menunjukkan bahwa pengurangan kebutuhan air dapat meningkatkan efisiensi penggunaan air (Gambar 2).



Gambar 2. Kebutuhan air dan efisiensi penggunaan air pada 4 interval penyiraman

Menurut Gardner dkk. (1985), efisiensi penggunaan air tidak sama dengan ketahanan terhadap cekaman kekeringan. Hal ini juga terjadi pada penelitian ini, bahwa kultivar kedelai dengan kebutuhan air rendah dan efisiensi penggunaan air tinggi tidak selalu tahan terhadap cekaman kekeringan. Kultivar Grobogan dan Galunggung tahan terhadap cekaman kekeringan dengan kebutuhan air yang lebih rendah dibandingkan kultivar Burangrang, Kaba, Tanggamus, Anjasmoro, Argomulyo, Wilis, Panderman, Ijen, Baluran, Garut, Gepak Kuning, Seulawah dan Sinabung. Kultivar Sibayak tidak tahan terhadap cekaman kekeringan tetapi mempunyai efisiensi penggunaan air yang sama dengan kultivar Grobogan dan Galunggung yang tahan terhadap cekaman kekeringan. Efisiensi penggunaan air kultivar Sibayak lebih tinggi dibandingkan kultivar Burangrang, Kaba, Argomulyo, Panderman dan Ijen yang merupakan kultivar agak tahan terhadap cekaman kekeringan. Kultivar Galunggung tahan terhadap cekaman kekeringan tetapi efisiensi penggunaan air sama dengan kultivar Burangrang, Kaba, Panderman, Ijen, Baluran, Petek, Malabar yang merupakan kultivar agak tahan dan kultivar Tanggamus, Anjasmoro, Wilis, Garut, Gepak Kuning, Seulawah dan Sinabung yang merupakan kultivar tidak tahan terhadap cekaman kekeringan. Kultivar Petek merupakan kultivar yang agak tahan terhadap cekaman kekeringan dengan kebutuhan air yang rendah dan efisiensi penggunaan air tinggi. Kultivar Sinabung merupakan kultivar yang tidak tahan terhadap cekaman kekeringan

tetapi mempunyai efisiensi penggunaan air tinggi. Hal ini didukung oleh hasil analisis korelasi antara indeks cekaman dan kebutuhan air tanaman yang positif tidak nyata ($r = 0,17$) dan antara indeks cekaman dengan efisiensi penggunaan air ($r = 0,00$). Hasil analisis korelasi antara indeks sensitivitas cekaman dengan kebutuhan air tanaman adalah positif tidak nyata ($r = 0,20$) dan antara indeks sensitivitas cekaman dengan efisiensi penggunaan air adalah negatif tidak nyata ($r = -0,01$). Hal ini menunjukkan bahwa tingkat kebutuhan air tanaman dan efisiensi penggunaan air tidak mempengaruhi tingkat ketahanan terhadap cekaman kekeringan.

KESIMPULAN

Kultivar Grobogan dan Galunggung tahan terhadap cekaman kekeringan. Kultivar kedelai dengan kebutuhan air rendah dan efisiensi penggunaan air tinggi tidak selalu tahan terhadap cekaman kekeringan, tetapi meningkatnya efisiensi penggunaan air dapat mengurangi kebutuhan air.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada teman-teman mahasiswa Pascasarjana Program Studi Agronomi Fakultas Pertanian Universitas Gadjah Mada atas segala bantuannya selama penelitian ini dilaksanakan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ali, M., Jensen, C.R., Mogensen, V.O., Andersen, M.N. dan Henson, I.E. (2005). Root signalling and osmotic adjustment during intermittent soil drying sustain grain yield of field grown wheat. *Field Crops Research* **62**:35-52.
- Anyia, A.O. dan Herzog, H. (2004). Water-use efficiency, leaf area and leaf gas exchange of cowpeas under mid-season drought. *European Journal of Agronomy* **20**:327-339.
- Blum, A. (2005). Drought resistance, water-use efficiency and yield potential - Are they compatible, dissonant, or mutually exclusive? *Australian Journal of Agricultural Research* **56**:1159-1168.
- Badan Pusat Statistik (2014). Luas panen, produktivitas, produksi tanaman kedelai seluruh provinsi tahun 2013. http://www.bps.go.id/tanaman_pgn.php. [16 Mei 2014].
- Clarke, J.M., DePauw, R.M. dan Smith, T.F. (1992). Evaluation of methods for quantification of drought tolerance in wheat. *Crop Science* **32**:423-428.

- Dwidjopuspito, T. (1986). *Soil Moisture Prediction*. Disertasi. Sub Mitted to the Faculty of the Graduate School University of the Philippines at Los Banos, Philippine.
- Fernandez, G.C.J. (1992). Selection criteria for assessing stress tolerance. *Dalam: Kuo, C.G. (ed.). Proceeding of The International Symposium on Adaptation of Vegetables and other Food Crops in Temperature and Water Stress*, hal 257-270. Tainan, Taiwan.
- Fischer, R.A. dan Maurer, R. (1978). Drought resistance in spring wheat cultivars. I. Grain yield responses. *Australian Journal of Agricultural Research* **29**: 897-912.
- Garder, F.P., Pearce, R.B. dan Mitchell, R.L. (1985). *Physiology of Crop Plants*. The Iowa State University Press, Ames, Iowa.
- Jangpromma, N., Thammasirirak, S., Jaisil, P. dan Songsri, P. (2012). Effects of drought and recovery from drought stress on above ground, root growth and water use efficiency in sugarcane (*Saccharum officinarum* L.). *Australian Journal of Crop Science* **6**(8): 1298- 1304.
- Monclus, R., Dreyer, E., Villar, M., Delmott, F.M., Delay, D., Petit, J.M., Barboroux, C., Thiec, D.L., Brechet, C. dan Brignolas, F. (2006). Impact of drought on productivity and water use efficiency in 29 genotypes of *Populus deltoides* × *Populus nigra*. *New Phytologist* **169**(4): 765-777.
- Savitri, E.S. (2010). Pengujian in vitro beberapa varietas kedelai (*Glycine max* L. merr) toleran kekeringan menggunakan polyethylene glikol (PEG) 6000 pada media padat dan cair. *El-Hayah* **1**(2): 9-13.
- Seversike, T.M. (2011). *Drought Tolerance Mechanisms in Cultivated and Wild Soybean Species*. A dissertation submitted to the Graduate Faculty of North Carolina State University in partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy.
- Singh, A., Aggarwal, N., Aulakh, G.S. dan Hundal, R.K. (2012). Ways to maximize the water use efficiency in field. *Greener Journal of Agricultural Sciences* **2**(4): 108-129.
- Songsri, P., Jogloy, S., Holbrook, C.C., Kesmala, T., Vorasoot, N., Akkasaeng, C. dan Patanothai, A. (2009). Association of root, specific leaf area and SPAD chlorophyllmeter reading to water use efficiency of peanut under different available soil water. *Agriculture Water Management* **96**:790-798.
- Suhartina, Arsyad, D.M. dan Suyamto (2004). Evaluasi galur-galur harapan kedelai toleran kekeringan pada stadia reproduktif. *Dalam: Laporan Kinerja Penelitian Mendukung Agribisnis Kacang-kacangan dan Umbi-umbian*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan, hal 109-114. Malang.
- Suyamto dan Soegiyatni (2002). Evaluasi toleransi galur-galur kedelai terhadap kekeringan. *Dalam: Prosiding Teknologi Inovatif Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian Mendukung Ketahanan Pangan*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan, hal 218 -224. Malang.
- Zhou, Y., Christopher, J., Lambrides, Kearns, R., Ye, C. dan Fukai, S. (2012). Water use, water use efficiency and drought resistance among warm-season turfgrasses in shallow soil profiles. *Functional Plant Biology* **39**(2):116-125.